**5Л**

**УДК 004.02**

***О.С. Литвинская, И.И. Сальников***
Пензенская государственная технологическая академия, г. Пенза, Россия
los@pgta.ru, iis@pgta.ru

# Обобщенная структура принятия решения для метода выбора средств реализации проектируемой информационной технической системы

Приведены положения теории принятия решения (ТПР), являющейся основой систем поддержки принятия решения, которые входят в системы искусственного интеллекта. Сформирована структурная схема последовательности принятия решения, ядром которой является целевая функция. Отмечена роль лица, принимающего решение, как человека, несущего ответственность. Приводится пример использования ТПР для реализации метода выбора средств реализации алгоритма работы проектируемой информационной технической системы.

## Введение

В настоящее время успешно развивается **теория принятия решения** как часть теории систем искусственного интеллекта, изучающая общие условия, подходы и закономерности в различных предметных областях при исследовании **задач принятия решения** (ЗПР), которые имеют место тогда, когда необходимо совершить выбор лучшего в определенном смысле варианта среди существующего множества альтернатив.

Другой успешно развивающейся областью в настоящее время являются **информационные технические системы** (ИТС), которые проникают во все сферы деятельности человека. Особенностью современных ИТС является решение задач, которые в недавнем прошлом решались только с помощью интеллекта человека. Подобной задачей является также задача принятия решения – ЗПР, в условиях нечеткости, неопределенности, неточности. Успешное развитие ИТС осуществляется благодаря успехам микроэлектронной технологии, позволяющей в настоящее время реализовывать на одном кристалле огромное число цифровых схем, которые являются основой методов **цифровой обработки информации** (ЦОИ).

К настоящему времени накоплен богатый опыт в методах и средствах реализации алгоритмов ЦОИ. Однако выбор этих средств реализации алгоритмов при проектировании ИТС является в большей степени *субъективным*, при этом невозможно оценить – насколько оптимальным явилось выбранное средство.

В этой связи актуальной является задача разработки метода выбора и обоснования средств реализации алгоритмов ИТС. В общем виде поставленную задачу практически решить невозможно из-за огромного количества условий, которые при этом необходимо учесть. Поэтому в работе ограничивается предметная область применимости метода выбора средств реализации ИТС следующими **условиями**:

– из всего многообразия будем рассматривать ИТС с использованием устройств ЦОИ, причем в виде *специализированных устройств*. Это значит, что в проектируе-

мом устройстве ЦОИ алгоритм обработки информации в процессе эксплуатации кардинально не изменяется в отличие от универсальных ЭВМ, которые обладают целым рядом преимуществ перед специализированными устройствами и системами и лишь в одном уступают им – это в экономической целесообразности использования универсальных ЭВМ в специфических задачах ЦОИ;

– исходным сигналом для проектируемой ИТС является *последовательный временной сигнал S(t)*, преобразуемый в последовательный поток данных. К нему можно отнести сигнал ТВ-изображения с выхода телекамеры в системах технического зрения, сигналы передачи данных по сетям, сигналы в системах сбора и обработки информации, сигналы с выходов датчиков в технических средствах охраны и т.п.

Подобные ограничения сужают область применения разрабатываемых методов, но позволяют получить результаты в конечном виде – в виде зависимостей и методов, оперирующих числовыми характеристиками.

**Целью данной работы** является формирование обобщенной структуры принятия решения с учетом исходных условий, критериев получаемого варианта решения и альтернативных вариантов решений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд **задач**:

– привести и систематизировать основные положения теории принятия решения (ТПР), являющейся основой систем поддержки принятия решения (СППР), которые входят в системы искусственного интеллекта;

– рассмотреть структуру задач принятия решения, основные этапы, критерии, виды получаемых решений;

– сформировать структурную схему последовательности принятия решения;

– выделить ядро, которым является целевая функция, объединяющая исходные условия, цели решения, критерии и альтернативные варианты получаемого решения;

– отметить роль лица, принимающего окончательное решение как человека, наделенного соответствующими полномочиями и несущего ответственность;

– привести пример использования положений ТПР для реализации метода выбора средств реализации алгоритма работы проектируемой информационной технической системы.

## Основные характеристики задач принятия решений

В зависимости от вида ЗПР подразделяют на следующие категории:

– задачи в **условиях определенности**, которые характеризуются полной и точной (как правило, количественной) исходной информацией и детерминированным отображением множества альтернатив в множество критериальных оценок, то есть имеется адекватное математическое описание проблемы. Для решения таких задач обычно применяются методы математического программирования;

– задачи в **условиях риска**, когда возможные исходы можно описать с помощью некоторого вероятностного распределения, для построения которого необходимо иметь статистические данные или экспертные оценки. Обычно для решения задач этого типа применяются методы теории полезности;

– задачи в **условиях неопределенности**, когда исходная информация является неполной, неточной, неколичественной, а вид формального отображения является либо слишком сложным, либо не известен. В таких случаях для решения ЗПР привлекаются знания экспертов. Для представления и обработки этих знаний используются различные методы прикладной теории принятия решений и методы искусственного интеллекта.

В общем виде в теории принятия решения (ТПР) выделяют следующие основные этапы:

**1. Постановка задачи**. Первоначально задача формулируется заказчиком – оперирующей стороной. Такая постановка задачи обычно не бывает окончательной. Во время анализа проектируемого устройства задача уточняется. Здесь роль проектировщика состоит в проведении тщательного исследования объекта разработки, формулировании требований к устройству, изучении множества факторов, влияющих на результат выбора. Исследователь операции совместно с заказчиком выделяет совокупность существенных факторов и уточняет окончательную содержательную постановку задачи.

**2. Построение математической модели**. При моделировании сложных систем невозможно учесть достаточно большое число реальных факторов, поскольку это привело бы к чрезмерному усложнению модели. Поэтому в модель приходится вводить лишь ограниченное число таких факторов, которые по тем или иным соображениям считаются наиболее существенными. При этом возможны два подхода:

– неучтенные в описании модели факторы можно считать абсолютно несущественными и полностью их игнорировать при принятии решений с использованием этой модели;

– можно явно не вводить «несущественные факторы» в математическую модель, но учитывать их влияние, допустив, что отклик модели на то или иное воздействие (выбор альтернативы) может быть известным лишь приближенно или нечетко.

**3. Разработка метода решения**. Для нахождения оптимального решения для сформированной модели $\alpha^{(\mathrm{M})}_{optima}$ задачи в зависимости от структуры целевой функции $\beta_{optima}$ и ограничений применяют те или иные методы теории математического программирования:

– линейное программирование, характеризующееся линейными целевыми функциями;

– нелинейное программирование с нелинейным характером изменения целевой функции;

– динамическое программирование используется, если аналитическое выражение целевой функции $\beta_{optima}$ является аддитивным или мультипликативным:

$$\beta_{optima} = \sum_{i=1}^{k} \beta_{optima}(X_i, Y_i); \ \beta_{optima} = \prod_{i=1}^{k} \beta_{optima}(X_i, Y_i),$$

где $X_i, Y_i$ – параметры либо технические характеристики устройства;

– дискретное (целочисленное) программирование, если на параметры целевой функции $X_i, Y_i$ наложено условие дискретности или целочисленности;

– геометрическое программирование применимо, если целевая функция выражается соотношениями

$$\beta_{optima} = \beta\left(\sum_{j=1}^{n} \alpha^{(M)}\right), \text{ при } j = \overline{1, n} \ ,$$

где $\alpha^{(M)}$ – некая характеристическая функция, имеющая вид:

$$\alpha^{(M)} = c_j \prod_{i=1}^{m} x_i^{a_{ji}} \text{, либо } \alpha^{(M)} = \sum_{i=1}^{n} c_i x_1^{a_{i1}} x_2^{a_{i2}} \ldots x_m^{a_{im}} \ ,$$

где коэффициенты $c_i$ и показатели степени $a_{ij}$ являются произвольными константами, а независимые переменные $x_j > 0$, j=1,m. Функции приведенного вида называются сигналами, а в случае $x_j > 0$ – позиномами;

– стохастическое программирование используется, если присутствуют случайные величины, а целевая функция выражается математическим ожиданием, т.е. вместо $\beta_{optima}(X_i, Y_i)$ рассматривают $M_{X,Y}[\beta_{optima}(X_i, Y_i)]$);

– эвристическое программирование применяют для решения тех задач, в которых точный оптимум найти алгоритмическим путем невозможно из-за большой размерности исходной задачи или отсутствия методов решения. В таких случаях отказываются от поиска оптимального решения и отыскивают удовлетворительное с точки зрения практики решение. При этом пользуются специальными методами-эвристиками, основанными на опыте, знаниях и интуиции исследователя и позволяющими значительно сократить число просматриваемых планов.

**4. Проверка и корректировка модели**. Проверку производят сравнением предсказанного поведения модели с фактическим (измеренным). Если их разница в пределах допустимого, то модель считается адекватной, в противном случае необходимо скорректировать модель.

**5. Реализация найденного решения на практике**. Полученное решение в виде рекомендаций представляется заказчику.

ТПР является методологической основой для нахождения таких задач, разработки их моделей и алгоритмов решения, а также для практического внедрения оптимального решения.

# Критерии принятия решения

В ТПР важным моментом являются критерии принятия решения на основе количественных характеристик исходных данных при наличии разнородных характеристик со случайными параметрами. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующее:

– выполнить анализ существующих методов и подходов к проблеме принятия решений;

– провести системный анализ многокритериальной оптимизации;

– разработать метод принятия решения как активную систему поддержки принятия решения (СППР) с использованием сравнительной оценки в виде целевой функции;

– разработать программную реализацию СППР.

Все задачи принятия оптимальных решений можно классифицировать как:

– *одноцелевое принятие решений*, где целевая функция $\beta_{optima}$ – скаляр;

– *многоцелевое принятие решений*, где $\beta_{optima}$ – вектор;

– *принятие решений в условиях определенности*, когда исходные данные – детерминированные;

– *принятие решений в условиях неопределенности*, когда исходные данные – случайные.

Выбор в ЗПР зачастую является «неполным» и дополняется некоторыми сведениями о характере использования варианта решения. Этот промежуточный случай соответствует ситуации *риска*. Принятие решений в **условиях риска** может быть основано на одном из следующих критериев:

– критерий ожидаемого значения (КОЗ), который представляет собой выборочные средние значения случайной величины. Естественно, что достоверность получаемого решения при этом будет зависеть от объема выборки;

– комбинации КОЗ и выборочной дисперсией. КОЗ имеет ограниченную область применения, чаще используется комбинация КОЗ и выборочной дисперсии, т.е. отклонением от ожидаемой рекомендации;

– критерий известного предельного уровня. Этот критерий не имеет четко выраженной математической формулировки и основан в значительной степени на интуиции и опыте лица, принимающего решение (ЛПР). При этом ЛПР на основании субъективных соображений определяет наиболее приемлемый вариант решения;

– критерий наиболее вероятного события. Этот критерий предполагает замену случайной ситуации детерминированной путем замены случайной величины единственным значением, имеющим наибольшую вероятность реализации. Использование данного критерия так же, как и в предыдущем случае, в значительной степени опирается на опыт и интуицию. При этом необходимо учитывать два обстоятельства, затрудняющие применение этого критерия: критерий нельзя использовать, если наибольшая вероятность события недопустимо мала; применение критерия невозможно, если несколько значений вероятностей возможного исхода равны между собой.

Данные критерии принятия решения являются базовыми. Однако в чистом виде не подходят к осуществлению задачи выбора в области проектирования устройств. Возможно, если выполнить их совокупность и взять средние значения неких технических характеристик, применяя критерий ожидаемого значения, описать зависимость параметров алгоритма от параметров сигнала, применяя критерий предельного уровня, а именно личный опыт ЛПР, и сформировать аналитические зависимости аргументов целевой функции посредством экспертов и их оценок взаимосвязи, то можно получить новый метод принятия решений на основе обобщенных критериев.

## Основные положения теории принятия решения

Для принятия решения широко используются методы теории **исследований операций**, однако они могут быть применены **только после формулировки цели**. В этом и состоит существенное различие в предмете исследования этих двух наук. Теория принятия решений **в качестве объекта исследования** берет проблему и начинает с формулирования цели. Промежуточными этапами являются **выбор наилучшего решения** и **интерпретация его для практики**. ТПР заканчивает применение своего аппарата только после изучения степени разрешения стоявшей перед ЛПР проблемы и фиксации практического опыта.

Применение же аппарата исследования операций начинается только после того, как цель задана, и заканчивается отысканием **оптимального решения**, которое максимизирует (или минимизирует) **целевую функцию**, моделирующую степень предпочтительности в смысле достижения цели.

Предпочтительность того или иного исхода операции оценивают величиной специальной числовой функции, которая является **критерием**. Оптимальным считается такой вариант проведения операции, который обеспечивает наилучшее значение критерия или наилучшее (компромиссное) сочетание значений всех критериев (если их несколько).

Существует круг задач, для которых построены отработанные математические модели, позволяющие находить решение без участия ЛПР. Это задачи распределения ресурсов, транспортные задачи, задачи массового обслуживания, управления запасами и ряд других.

Однако имеется широкий круг задач, не укладывающихся в рамки перечисленных разделов исследования операций. Прежде всего – это **многокритериальные задачи**, решаемые в сложных ситуациях, причем **сложными** считаются ситуации, которые отличаются наличием **нескольких критериев**, или действием **неопределенных факторов**, или необходимостью учета мнения **нескольких лиц**, а также другие «нестандартные» ситуации.

Системы принятия решения имеют **информационную природу**, организуют согласованные потоки информации, которые доступны группе лиц, ответственных за ситуационный анализ, организующих контроль неопределенности ситуации, а также осуществляющих **натурное**, **экспертное** и **модельное** исследования альтернатив.

Далее охарактеризуем типы исследований.

**Натурный эксперимент** всегда ограничен по времени и ресурсам. Во всех ситуациях он приводит к снижению неопределенности. Натурный эксперимент часто невозможен, однако обладает максимальной достоверностью, являясь критерием фактического разрешения проблемной ситуации.

**Экспертное исследование** проблемной ситуации характеризуется тем, что общая информация о ситуации ограничивается личностным знанием эксперта. Однако экспертное знание обладает важнейшим свойством **концентрированности** на важнейших **группах альтернатив**.

**Модельные исследования** ситуации связаны с формализацией описания ситуации, выбором надлежащего **критерия адекватности** моделей и моделируемых ситуаций. Непосредственное исследование ситуации на модели завершается интерпретацией результатов моделирования для перераспределения предпочтительности альтернатив.

Для того чтобы системно подойти к выполнению всех указанных этапов выработки решений, чтобы компактно представить себе совокупность операций по ее разрешению, целесообразно вначале построить ее упрощенный образ, то есть модель проблемной ситуации.

Система предпочтений вариантов альтернатив может быть выявлена различными способами. Чаще всего она может быть «измерена» в ходе исследования. Выявленная и измеренная система предпочтений – это **модель предпочтений**. Формальным выражением системы предпочтений являются **критерий выбора решений** и так называемая **функция выбора**.

**Эффективность решения** – это субъективная оценка полезности. Правильнее будет говорить о двух оценках эффективности решения: о **теоретической** (**априорной**) эффективности решения, на основе которой делается обоснованный выбор наилучшей альтернативы для реализации, и о **фактической** (**апостериорной**) эффективности решения.

**Моделирование объекта** включает:

– выбор критерия соответствия (адекватности) модели и объекта;

– выбор математического аппарата;

– получение и первичную обработку исходных данных для моделирования;

– алгоритмизацию поведения объекта моделирования;

– составление или применение готовой компьютерной программы;

– компьютерное моделирование с оценкой фактической адекватности результатов моделирования.

# Обобщенная структура формирования решения

На рис. 1 показана структура взаимодействия условий в ЗПР. Основными являются **исходные условия**, характеризующие предметную область, требуемые характеристики, условия эксплуатации и другие условия, например, экономико-социальные. Все они объединяются в некоторую **обобщенную характеристику**, которая влияет на целевую функцию принятия решения. Другим фактором ЗПР является **цель решения**, которая включает в себя различные критерии достижения цели – это может быть ми-

нимаксный критерий поведения целевой функции или вероятностный критерий при наличии нечетких условий. Кроме того, к цели решения относятся возможные варианты в виде совокупности **альтернатив принятых решений.**

В случае большого объема альтернатив используется база данных или база знаний. Ключевым элементом в ЗПР является **целевая функция принятия решения**, которая представляет собой математическую модель, в количественном виде объединяющую исходные условия, критерии достижения цели и совокупность альтернатив формируемых решений.

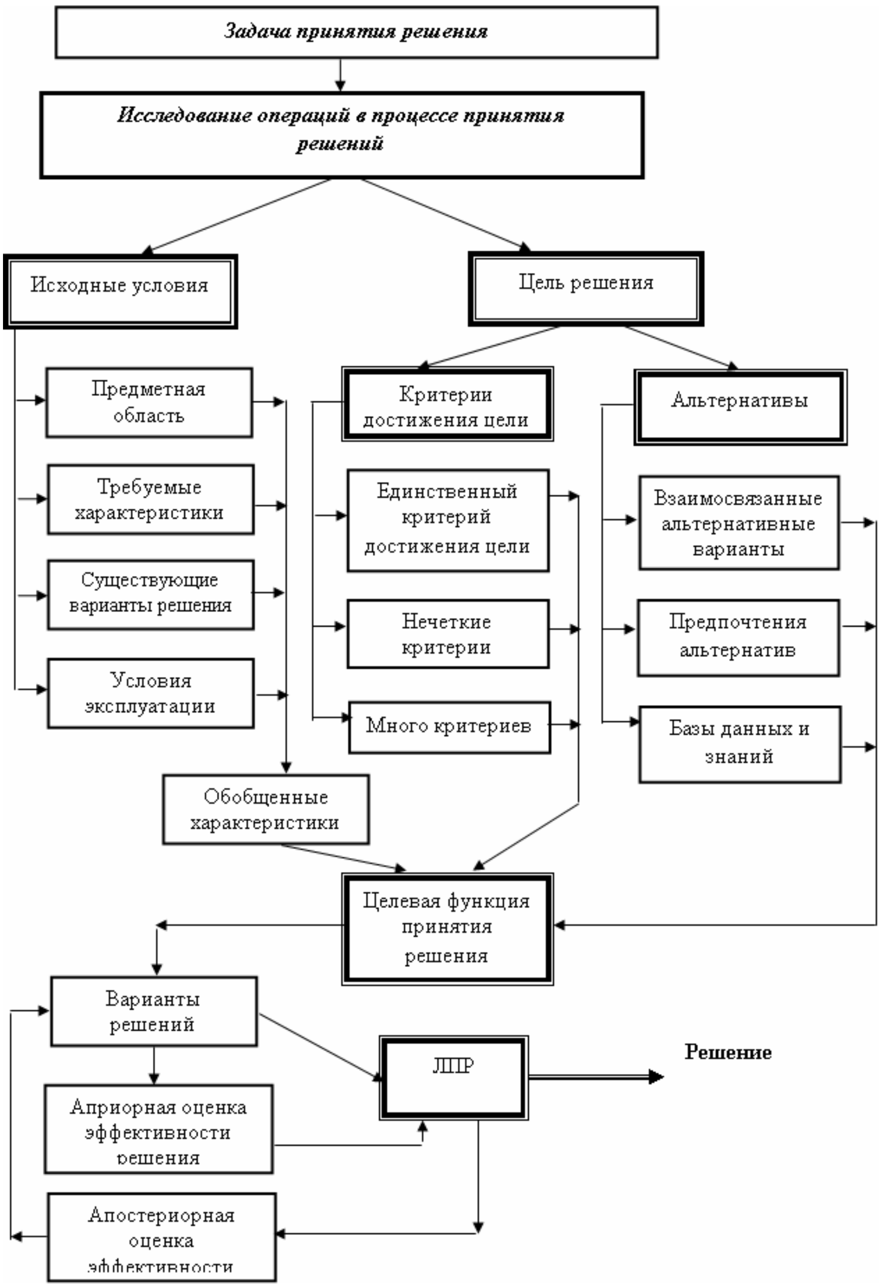



Рисунок 1 – Структура взаимодействия условий в задаче принятия решения

Полученные варианты решений оцениваются лицом, принимающим решение (ЛПР), формируя апостериорную оценку эффективности. Кроме того, для полученных вари-

антов решений может быть оценена эффективность варианта априори. Конечное решение принимает **ЛПР**, то есть человек, наделенный соответствующими полномочиями и несущий ответственность.

В работе предлагается развить положения ТПР в виде системы поддержки принятия решений (СППР) в области оптимального проектирования специализированных цифровых устройств обработки сигналов.

Выбор средства реализации алгоритмов обработки сигналов – один из важных вопросов, решение которого определяет основные взаимосвязанные показатели качества проектируемой информационной системы, такие, как быстродействие, надежность, помехоустойчивость, габариты, масса и потребляемая мощность. Поэтому представляет интерес сравнительная оценка современных интегральных технологий и задач разработки СППР для реализации специализированных систем обработки сигналов.

Сравнительная оценка предполагает наличие оптимизации векторной *целевой функции*, которая позволяет выразить необходимые характеристики сигналов и алгоритмов в виде числовых зависимостей. В работе предполагается привести ряд решений, которые позволили бы количественно оценить характеристики обрабатываемого сигнала и реализуемого алгоритма и на основе этих оценок сформировать целевую функцию. Задачи выбора при проектировании специализированных цифровых устройств обработки данных в условиях неопределенности, когда нет полной (как правило, количественной) исходной информации, сводятся к адекватному математическому описанию проблемы. В этом случае детерминированное отображение множества альтернатив в множество критериальных оценок осуществляется посредством использования математических моделей.

В настоящее время СППР успешно развиваются в области экономики и управления. Применение подходов, используемых в СППР для решения технических задач, развито слабо. К подобным задачам относятся: выбор средств реализации алгоритмов обработки сигналов в специализированных устройствах, оптимизация параметров сложных информационных систем. В работе предлагается развить положения теории систем поддержки принятия решений (СППР) в области оптимального проектирования специализированных цифровых устройств обработки сигналов.

## Метод выбора средств реализации алгоритмов в устройствах ЦОИ

В настоящее время выбор средств реализации алгоритмов работы ИТС является в большей степени субъективным. В первую очередь при этом играет роль приверженность и имеющийся практический опыт разработчиков к тем или иным средствам реализации. Однако при таком субъективном подходе невозможно оценить – насколько оптимальным явилось выбранное средство. Особенно это обстоятельство усугубляется усложнением решаемых задач в связи с широким развитием высокоточных технологий.

Развитие технологий ИС привело к таким средствам реализации, как программные, микроконтроллерные и средства на базе программируемых логических интегральных схем. Все эти средства в настоящее время являются жесткими конкурентами. Наличие многоядерных процессоров, доступных простым пользователям, дает возможность выполнять максимально быстро обработку последовательных сигналов. Развитие микроконтроллеров и ПЛИС позволяют реализовывать специализированные устройства различной степени сложности.

Обоснованный выбор средств реализации алгоритмов обработки информации имеет существенное значение для устройств и систем, работающих с последовательными сигналами – телекоммуникационных систем, систем сбора и обработки данных, технического зрения, охраны, отличающихся наличием последовательных каналов связи или последовательных каналов ввода данных. Специализированные ИТС при эксплуатации работают по заданным алгоритмам в отличие от универсальных ЭВМ. Применение специализированных ИТС обусловлено экономической целесообразностью, например, в телевизионных датчиках с функциями накопления, обнаружения и классификации изображений, в датчиках обнаружения и классификации целей в системах целеуказания или в технических системах охраны.

Из многообразия средств реализации алгоритмов ИТС выделяются основные:

– программные, с использованием языков программирования высокого уровня и реализуемые на универсальных ЭВМ;

– микропроцессорные, на базе микроконтроллеров;

– аппаратные, с использованием программируемой логики.

Программная реализация алгоритмов ИТС имеет целый ряд неоспоримых достоинств. Однако затраты на включение ПЭВМ в состав различного рода специализированных ИТС не всегда оправданы.

Достоинством микроконтроллерных средств реализации алгоритмов является программируемость функций, т.е. одно и то же АЛУ используется в разных операциях в соответствии с алгоритмом. При этом необходима фаза перестройки АЛУ, что требует определенных временных затрат. Указанное обстоятельство, а также фазы выполнения команды, носящие служебный характер, являются недостатком микроконтроллерных средств реализации алгоритмов, влияющим на быстродействие ИТС.

При использовании программируемой логики программируется структура алгоритма, при этом время выполнения всех операций определяется задержками в отдельных логических блоках ПЛИС.

Для выбора предлагается три вида алгоритмов: управляющие, вычислительные и преобразовательные.

Последовательность действий, входящих в **метод объективного выбора варианта реализации** ИТС, состоит в следующем:

1) определяется множество основных параметров проектируемого устройства ЦОИ : $\{X_1, X_2, ..., X_n\}$, их единицы измерения и их максимальные значения: $\{\gamma_1, \gamma_2, ..., \gamma_n\}$;

2) выполняется нормирование параметров по максимальным значениям. Параметры, как правило, представляются в единицах различных физических величин. Удобнее в качестве аргументов функции выбора использовать безразмерные параметры, выполняя нормирование каждого из множества параметров по их максимальному значению;

3) формируется обобщенная характеристика как функция частных параметров, то есть множество частных параметров объединяется некоторой функцией, которая дает нам обобщенную характеристику формируемой модели. Наиболее простой функцией, объединяющей все коэффициенты параметров, может быть сумма:

$$\alpha_{\text{п}}^{(\text{м})} = \sum_{i=1}^{N_{\text{п}}} q_i \cdot K_{\text{п},i}, \qquad (1)$$

где $q_i$ – весовые коэффициенты параметра;

4) определяются весовые коэффициенты $q_i$, входящие в обобщенную характеристику $\alpha_{П}^{(M)}$, которые назначаются в зависимости от приоритетов коэффициентов параметров $K_{П,i}$, исходя из доли влияния каждого параметра на обобщенную характеристику $\alpha_{П}^{(M)}$. Коэффициенты $K_{П,i}$ определяются при рассмотрении частного параметра в отдельности и с учетом значимости частного параметра. Если приоритеты неизвестны, то принимается равномерная значимость параметров;

5) определяются коэффициенты весомых параметров $K_{ВП,i}$, которые необходимо учитывать отдельно в целевой функции, так как они оказывают существенное влияние на решение задачи. Это может быть коэффициент реального времени $K_{ВП,РВ}$, коэффициент вида алгоритма $K_{ВП,ВА}$ и другие;

6) формируется целевая функция выбора варианта реализации модели ИТС в аналитическом виде, которая определяет поведение модели в зависимости от весомых параметров $K_{ВП,i}$ и обобщенной характеристики $\alpha_{П}^{(M)}$:

$$\beta_{ВП} = \beta_{ВП}\left\{\alpha_{П}^{(ММ}, K_{ВП,1}, K_{ВП,2}, ..., K_{ВП,m}\right\}; \tag{2}$$

7) для целевой функции выполняется разделение на зоны, соответствующие принятым вариантам реализации ИТС. Совокупность зон или интервалов значений функции выбора определяет множество моделей вариантов реализации:

$$BP^{(M)} = \{BP_1, BP_2, ..., BP_L,\}. \tag{3}$$

Если неизвестно преобладание какого-либо варианта реализации, то выбирается равномерное разделение области допустимых значений функции выбора на $L$ зон или интервалов. При этом получаем множество интервалов, характеризующих различные варианты реализации ИТС:

$$\Delta_{BP}^{(M)} \in \left\{\Delta_{BP1}^{(M)}, \Delta_{BP2}^{(M)}, ..., \Delta_{BPL}^{(M)}\right\}; \tag{4}$$

8) формируется критерий выбора варианта реализации модели ИТС. Попадание значения функции выбора $\beta_{ВР}^{(А)}$ для конкретных значений обобщенной характеристики $\alpha_{П}^{(M)}$ и весомых параметров $K_{ВП,i}$ в соответствующую зону или интервал значений и будет определять вариант реализации ИТС, то есть является решением задачи выбора. Тогда в общем виде условие попадания в некоторую зону варианта реализации ИТС можно записать в виде:

$$BP^{(A)} = BP^{(M)}\{BP_1, BP_2, ..., BP_L\}, \text{ при } \beta_{ВР}^{(А)} \in \Delta_{ВР}^{(м)}, \tag{5}$$

т.е. принимается решение о выборе варианта реализации алгоритма $BP^{(А)}$, принадлежащего множеству $BP^{(М)}$ при условии попадания значения функции выбора $\beta_{вп}^{(А)}$ в интервал значений, соответствующих одной из трех зон функции выбора модели $\Delta_{ВР}^{(м)}$;

9) определяется схема компромиссов. Варианты реализации ИТС могут быть принципиально отличающимися между собой (независимыми) и аналогичными (зависимыми). Для независимых вариантов реализации указание интервалов допустимых значений $\Delta_{BP}^{(M)}$ определяет однозначный выбор варианта реализации и не допускает компромисса. Для зависимых вариантов реализации полученное решение не является однозначным. В этом случае может быть выбрано другое средство реализации, оно будет допустимым, но не будет оптимальным с точки зрения разработанного критерия.

# Заключение

В заключение отметим следующее: если получены рекомендации для реализации исходного алгоритма микроконтроллерами малой разрядности, то это значит, что данный алгоритм можно реализовать также микроконтроллерами большой разрядности и сигнальными процессорами; если получены рекомендации реализовать исходный алгоритм с помощью сигнальных процессоров большой разрядности, то это значит, что его можно реализовать только на этой элементной базе и другими средствами этот алгоритм с заданными исходными данными реализован быть не может.

Таким образом, разработан метод выбора средства реализации исходного алгоритма, основанный на сравнении значения целевой функции для конкретного вычислительного процесса и значения целевой функции соответствующей модели алгоритма. Для модели вычислительного процесса обосновано использование значимых характеристик сигналов и алгоритмов их обработки. Предложено выражение для целевой функции модели вычислительного процесса в виде гауссовой кривой. Разработано программное средство для решения задачи выбора средств реализации алгоритмов, проведены численные эксперименты, подтверждающие основные теоретические результаты работы.

Разработанный метод позволяет обоснованно с использованием количественных оценок выбрать варианты реализации алгоритма специализированных устройств цифровой обработки последовательных потоков данных.

***О.С. Літвінська, І.І. Сальніков***

**Узагальнена структура прийняття рішення для методу вибору засобів реалізації проектованої інформаційної технічної системи**

Наведені положення теорії прийняття рішення (ТПР), яка є основою систем підтримки прийняття рішення, які входять в системи штучного інтелекту. Сформована структурна схема послідовності прийняття рішення, ядром якої є цільова функція. Відзначена роль особи, що приймає рішення, як людини, що несе відповідальність. Наводиться приклад використання ТПР для реалізації методу вибору засобів реалізації алгоритму роботи проектованої інформаційної технічної системи.

***O.S. Litvinskaya, I.I. Salnikov***

**The Generalized Structure of Decision-making for the Method of Selecting Means of Realizing an Information Technical System Being Designed**

The authors present the statements of decision theory (DT) which is the basis of decision-making support systems included in artificial intelligence systems. The block diagram of decision-making succession, with the objective function as its core, is made up. The role of an individual making a decision as a person bearing responsibility is emphasized. The authors give an example of using DT for implementing the method of selecting means for realizing the algorithm of the performance of the information technical system being designed.

*Статья поступила в редакцию 22.06.2010.*